

PCT/JP 00/00073

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

11.01.00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年 1月13日

REC'D 29 FEB 2000

WIPO PCT

出願番号
Application Number:

平成11年特許願第005947号

出願人
Applicant(s):

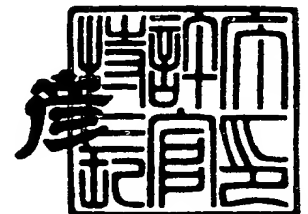
科学技術振興事業団

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 2月14日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特2000-3005012

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006622]

1. 変更年月日	1991年 9月27日
[変更理由]	名称変更
住 所	福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
氏 名	株式会社安川電機

【書類名】 特許願

【整理番号】 PJST10-111

【提出日】 平成11年 1月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C21D 7/04
C22F 1/00

【発明の名称】 金属部品等の表面改質および洗浄方法およびその装置

【請求項の数】 11

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区貝ヶ森 3 - 9 - 1

 【氏名】 祖山 均

【特許出願人】

 【識別番号】 396020800

 【氏名又は名称】 科学技術振興事業団

 【代表者】 中村 守孝

【代理人】

 【識別番号】 100099265

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 長瀬 成城

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 019149

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 金属部品等の表面改質および洗浄方法およびその装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被加工部品を液体を満たした第 1 容器内に設置し、前記部品の表面から離れたノズルから第 1 容器内に流入する液体と第 1 容器から流出する液体の流量を制御して第 1 容器を加圧し、キャビテーション気泡の圧潰衝撃力を増大させ、該衝撃力により部品表面にピーニング効果を与えて加工部品の表面を強化、洗浄することを特徴とする金属部品等の表面改質および洗浄方法。

【請求項 2】 被加工部品を液体を満たした第 1 容器内に設置し、前記第 1 容器を液体を満たした第 2 容器内に設置し、前記部品の表面から離れたノズルから加圧液体を噴出させてキャビテーションを発生させ、キャビテーション気泡の圧潰衝撃力により部品表面にピーニング効果を与えて加工部品の表面を強化、洗浄することを特徴とする金属部品等の表面改質および洗浄方法。

【請求項 3】 前記第 1 容器内に流入する液体と第 1 容器から流出する液体の流量を制御して第 1 容器を加圧し、キャビテーション気泡の圧潰衝撃力を増大させ、該衝撃力により部品表面にピーニング効果を与えて加工部品の表面を強化、洗浄することを特徴とする請求項 2 に記載の金属部品等の表面改質および洗浄方法。

【請求項 4】 前記第 1 容器と第 2 容器内との間に音響インピーダンスの異なる物質を入れたことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の金属部品等の表面改質および洗浄方法。

【請求項 5】 前記第 1 容器と第 2 容器内との間に満たす液体の温度を制御して第 1 容器内の液体の温度を制御することを特徴とする請求項 2 ～請求項 4 のいずれか 1 項に記載の金属部品等の表面改質および洗浄方法。

【請求項 6】 被加工部品を収納できる第 1 容器と、第 1 容器を密閉状態にする蓋と、前記第 1 容器を収納できる第 2 容器と、第 1 容器内に加圧液体を噴出するノズルと、前記ノズルからの噴出圧力を制御する流量制御弁と、第 1 容器内の液圧を制御する圧力制御弁とからなることを特徴とする金属部品等の表面改質装置。

【請求項 7】前記ノズルは複数設けてあることを特徴とする請求項 6 に記載の金属部品等の表面改質装置。

【請求項 8】前記第 2 容器は第 1 容器の高さよりも深い容器として構成されていることを特徴とする請求項 6 ～請求項 7 のいずれか 1 項に記載の金属部品等の表面改質装置。

【請求項 9】前記第 1 容器と第 2 容器内との間に音響インピーダンスの異なる物質を配置したことを特徴とする請求項 6 ～8 にいずれか 1 項に記載の金属部品等の表面改質装置。

【請求項 1 0】前記第 1 容器の蓋は所定の力で閉じられていることを特徴とする請求項 6 ～9 のいずれか 1 項に記載の金属部品等の表面改質装置。

【請求項 1 1】前記第 2 容器内の液体を加熱もしくは冷却する手段を備えていることを特徴とする請求項 6 ～1 0 のいずれか 1 項に記載の金属部品等の表面改質装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、歯車、ばね、金型等の金属部品の表面改質方法およびその装置に関するものであり、特にショットピーニングを用いて表面改質（残留応力を圧縮に改善、疲労強度改善、加工硬化など）している機械加工業、および、部品洗浄を要する分野に好適な金属部品等の表面改質および洗浄方法およびその装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来よりショットピーニングを用いて各種金属部品の表面改質（残留応力を圧縮に改善、疲労強度改善、加工硬化など）が行われている。

また、最近では原子炉圧力容器などの応力腐食割れを阻止および防止するために、複数個のスロートから構成されるノズルを用いて水中に加圧水を吹き出して、キャビテーションを発生させて、被加工物表面の残留応力を圧縮にする技術等もある。

【0003】

しかし前記加圧水を吹き出して表面改質を行う技術は、キャビテーションの圧潰衝撃力を利用しているかのように開示されているが、実際には「キャビテーション噴流」を空気中に噴射する「一般のウォータージェット」と混同して使用されている。

即ち「一般のウォータージェット」は、表面改質の程度（改善される残留応力の値、改善される疲労強度の程度、加工硬化する程度、など）は噴射する加圧水の圧力に依存するとし、ポンプの吐き出し圧力を高圧ポンプ（高価である）を使用しているが、表面改質の点で満足しうる加工能力を得ていない。また、表面改質におけるキャビテーション圧潰衝撃力の支配因子を把握しておらず、キャビテーション気泡の圧潰衝撃力およびキャビテーション噴流による表面改質効果を有効に活用していない、等の問題点がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、本発明者はこうしたキャビテーション気泡の圧潰衝撃力およびキャビテーション噴流による表面改質の現象について研究を進めた結果、キャビテーション気泡の圧潰衝撃力およびキャビテーション噴流による表面改質効果（残留応力改善、加工硬化、疲労強度向上）は、加圧水の圧力ばかりでなく被加工物を設置する水槽の圧力に依存すること、加圧水の圧力と水槽の圧力の比に最適値が存在すること、キャビテーション圧潰衝撃力は液温の温度により増減すること、こうした条件を満足できればキャビテーションの圧潰衝撃力が増大することを確認した。

本発明はこうした知見をもとに成されたものであり、水またはオイル等の液体で満たした水槽に設置した被加工物にキャビテーション噴流を噴射して加工し、キャビテーション噴流の加工能力を増大させるために被加工物を設置した水槽を加圧し、短時間で被加工物を設置した水槽を加圧制御することにより、部品の表面改質を行うことができる金属部品等の表面改質および洗浄方法およびその装置を提供し、上記問題点を解決することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

このため本発明が採用した課題解決手段は、

被加工部品を液体を満たした第 1 容器内に設置し、前記部品の表面から離れたノズルから第 1 容器内に流入する液体と第 1 容器から流出する液体の流量を制御して第 1 容器を加圧し、キャビテーション気泡の圧潰衝撃力を増大させ、該衝撃力により部品表面にピーニング効果を与えて加工部品の表面を強化、洗浄することを特徴とする金属部品等の表面改質および洗浄方法であり、

被加工部品を液体を満たした第 1 容器内に設置し、前記第 1 容器を液体を満たした第 2 容器内に設置し、前記部品の表面から離れたノズルから加圧液体を噴出させてキャビテーションを発生させ、キャビテーション気泡の圧潰衝撃力により部品表面にピーニング効果を与えて加工部品の表面を強化、洗浄することを特徴とする金属部品等の表面改質および洗浄方法であり、

前記第 1 容器内に流入する液体と第 1 容器から流出する液体の流量を制御して第 1 容器を加圧し、キャビテーション気泡の圧潰衝撃力を増大させ、該衝撃力により部品表面にピーニング効果を与えて加工部品の表面を強化、洗浄することを特徴とする金属部品等の表面改質および洗浄方法であり、

前記第 1 容器と第 2 容器内との間に音響インピーダンスの異なる物質を入れたことを特徴とする金属部品等の表面改質および洗浄方法であり、

前記第 1 容器と第 2 容器内との間に満たす液体の温度を制御して第 1 容器内の液体の温度を制御することを特徴とする金属部品等の表面改質および洗浄方法であり、

被加工部品を収納できる第 1 容器と、第 1 容器を密閉状態にする蓋と、前記第 1 容器を収納できる第 2 容器と、第 1 容器内に加圧液体を噴出するノズルと、前記ノズルからの噴出圧力を制御する流量制御弁と、第 1 容器内の液圧を制御する圧力制御弁とからなることを特徴とする金属部品等の表面改質装置であり、

前記ノズルは複数設けてあることを特徴とする金属部品等の表面改質装置であり、

前記第 2 容器は第 1 容器の高さよりも深い容器として構成されていることを特徴とする金属部品等の表面改質装置であり、

前記第 1 容器と第 2 容器内との間に音響インピーダンスの異なる物質を配置したことを特徴とする金属部品等の表面改質装置であり、

前記第 1 容器の蓋は所定の力で閉じられていることを特徴とする金属部品等の表面改質装置であり、

前記第 2 容器内の液体を加熱もしくは冷却する手段を備えていることを特徴とする金属部品等の表面改質装置である。

【0006】

【実施の形態】

以下本発明の実施の形態を図面に基づいて説明すると、

図 1 は第 1 実施形態に係わる金属部品等の表面改質装置の構成図である。

図 1 において、1 は被加工物を容易に出し入れでき、蓋 2 によって密閉可能に構成された被加工部品の表面改質を行う第 1 容器、3 は同第 1 容器 1 を収納できかつ第 1 容器 1 の高さよりも深く形成され第 1 容器周囲に対して適当な空間 S を形成することができる第 2 容器、4 は第 1 容器 1 内にキャビテーション噴流を噴射するノズル、5 はノズルにポンプ P からの高圧液体を供給するための管路、6 は高圧液体の流量制御弁、7 は第 1 容器 1 内の流体を容器外に排出する管路、8 は同管路に設けられ第 1 容器 1 内の圧力を調整する圧力制御弁である。

なお、ノズルは第 1 容器 1 に複数設けることができ、また流量制御弁 6 は高圧ポンプ P とノズル 4 とを接続する管路 5 に直接設けるよりも分岐した管路 5 a 内の設ける方が好ましい。

【0007】

被加工物 W は、容易に出し入れおよび密閉可能な水またはオイル等の液体で満たした第 1 容器 1 に入れられ、また、第 1 容器 1 と第 2 容器 3 との間にも水またはオイル等の液体が満たされている。

上記流量制御弁 6、圧力制御弁 8 およびポンプ P 等は図示せぬ電子制御装置と接続され、第 1 容器 1 内に配置して図示せぬ圧力、温度センサー等からの信号をもとに最適値となるように制御される。

【0008】

上記実施形態の具体的作用（作動）

被加工物Wを第1容器1内に入れたあと、開閉可能な蓋2によって密閉し、ノズル4から高圧水を噴出して、噴流まわりにキャビテーション9を発生させて、キャビテーション気泡を被加工物Wに当てる。キャビテーション気泡の圧潰衝撃力が被加工面に作用して、被加工面の加工硬化、残留応力改善、疲労強度向上などをもたらす。

【0009】

キャビテーション気泡9の圧潰衝撃力を増大させるために、ノズル4から第1容器1に流入する加圧水の流量を流量制御弁6でまた第1容器1から流出する流量を圧力制御弁8によって制御し、第1容器1内の加圧液圧を制御する。

また、第1容器1に気相部分があると、気相部分が加圧水により圧縮されるために、加圧するために一定時間を要する。このため、本形態では第1容器1を短時間で加圧するために第2容器3の深さを深くし、第2容器3に充満した液体の圧力で第1容器1に所定の圧力を与えておく。こうすることで第1容器1内を短時間で加圧し、第1容器1内の気相部分を短時間で極力少なくすることができる。

【0010】

以上のように本発明では、加圧する第1容器1の気相部分を極力小さく出来るので、第1容器1を加圧するのに要する時間を短縮出来る。

例えば、第1容器内の最適液圧が5気圧の場合、第1容器内に12リットル程度の空気が入っているとすると、10リットル/minの高圧ポンプで1分間程度加圧に要し、実際に加工する時間（数十秒程度～数分程度、ノズルの配置によりさらに短縮が可能）と同程度の時間が無駄になる。本発明では、予め第1容器1を第2容器3に充満した液体内に沈めておくために、第1容器内の空気を1/10以下に少なくできるので加圧時間も1/10以下に短縮できる。また第2容器の深さに比例して、第1容器に所定の圧力を与えておくため、例えば、上記の場合では、第1容器内に12リットル程度の空気が入っていても第2容器の水深が50mあれば加圧時間は0となり、加圧時間を100%短縮することができる。

【0011】

以上のように第1容器1を加圧しない場合に比べて、本形態では残留応力を大きく改善でき、疲労強度も改善できる、圧縮残留応力を被加工面の表面から奥深くまで入れられる、加圧しない場合に比べて、加工効率が低い（短時間で行える）、被加工物表面を加工硬化できる等の効果を奏することができる。

図3に加圧データを示す。加圧しない場合に比べて加圧した場合は、圧縮残留応力が被加工面に入る深さは2倍から10倍以上であり、加工に要する時間は1/2から1/10以下となる（この値は噴流の吐出圧力が20Mpa、ノズル口径が0.4～0.8mm程度のものであり、ノズルが大きく、また吐出圧力が増大するほど加圧による効果は顕著となる）。

【0012】

キャビテーション気泡の圧潰衝撃力は、液温にも依存する。第1容器1の周囲に、第2容器3を設置し、さらに第2容器3に対して液温制御装置を付加することで第1容器1の液温を一定に保つことができ、キャビテーション気泡の圧潰衝撃力が最適となる液温30℃～60℃に制御できる。第2容器3を設置しない場合、第1容器1が昇温してキャビテーション気泡の圧潰衝撃力が減衰するとともに、高圧水のポンプおよび配管、第1容器が漏れたり、破壊しやすくなり危険である。

なお、キャビテーション気泡の圧潰衝撃力は、水を用いた場合、沸点と融点の間である50℃で最大となる。実用上、高圧ポンプや配管は高温（80℃以上）になると耐圧力が極端に低下するので危険である。このため第1容器1の水温を30℃から60℃にした方がよい。

【0013】

第2容器3の設置により、第1容器内で生じるキャビテーション騒音を低減できる。第1容器と第2容器との間にさらに音響インピーダンスの異なる物質を入れることにより、防音（消音）の効果が増す。

第2容器3の設置により第1容器1内の気相部分（圧縮性気体）を極力排除できるので、第1容器1から漏れを生じた場合にも、圧縮された部分がほとんど存在せず、漏れても第1容器内の液体は非圧縮性なので、瞬時に第1容器内の圧力は減衰するので安全である。第1容器1内に気相部分が存在すると、気相部分が

膨張して、漏れた箇所より噴出し続けて危険である。

【0014】

キャビテーション気泡の圧潰衝撃力は、第1容器1内の液体の空気含有度にも依存する。第1容器内の液体が大気に触れて空気含有量が大きくなると、キャビテーション気泡の圧潰衝撃力は減衰、すなわちキャビテーション噴流の加工能力が小さくなる。第2容器3の設置により、第1容器1内の液体が直接大気に触れないので、第1容器1内の液体の空気含有量の変化が少なく、キャビテーション噴流の加工能力はほぼ一定である。

【0015】

つづいて本発明の第2実施の形態を図面に基づいて説明すると、

図2は第2実施形態に係わる金属部品等の表面改質装置の構成図である。

第2実施形態のものは、第1実施形態のものに比較して第2容器の深さが浅くっており、第1容器1の上縁から液体が溢れ出る構成となっており、加工の作用は第1実施形態と同様である。

第2実施形態のものも第1容器1内を加圧する必要があるため第1実施形態の場合と同様に蓋2を閉じ、蓋2の隙間から液体が溢れ出るようにする。なお、第1容器1の蓋2の上に錘を乗せたり、あるいは蓋と容器とを所定のバネ定数のバネ等で連結しておくことにより、蓋の開放に抵抗を与え第1容器1内を機械的に加圧することもできる。なお、この加圧力も当然のことながら電子制御装置等により制御することが可能である。

【0016】

さらに本発明の第3実施形態を図4を参照して説明する。

第3実施形態は、第1実施形態、第2実施形態とは第1容器からの液体の排出方法が異なっている。即ち、第3実施形態では第1容器からの液体は流量制御弁を介して第2容器内に排出し、さらに第2容器内の液体を流量制御弁を介して容器外に排出するようになっており、このような構成とすることにより、キャビテーション気泡崩壊後に第1容器内に残留する気泡を効果的に除去することができる。

【0017】

以上本発明に係わる実施の形態について説明したが、流量制御弁、圧力制御弁は手動によるもの、自動制御によるもの等を使用することができる。また本発明はその精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいかなる形でも実施できる。そのため、前述の実施形態はあらゆる点で単なる例示にすぎず限定的に解釈してはならない。

【0018】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、被加工物を第1容器内に入れたあと、密閉し、ノズルから高圧水を噴出して、噴流まわりにキャビテーションを発生させて、キャビテーション気泡を被加工物に当てることにより、キャビテーション気泡の圧潰衝撃力が被加工面に作用して、被加工面の加工硬化、残留応力改善、疲労強度向上などの表面改質効果および洗浄効果を奏することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係わる表面改質装置の構成図である。

【図2】本発明の第2実施形態に係わる表面改質装置の構成図である。

【図3】本発明に係わる加圧データを示す。

【図4】本発明の第3実施形態に係わる表面改質装置の構成図である。

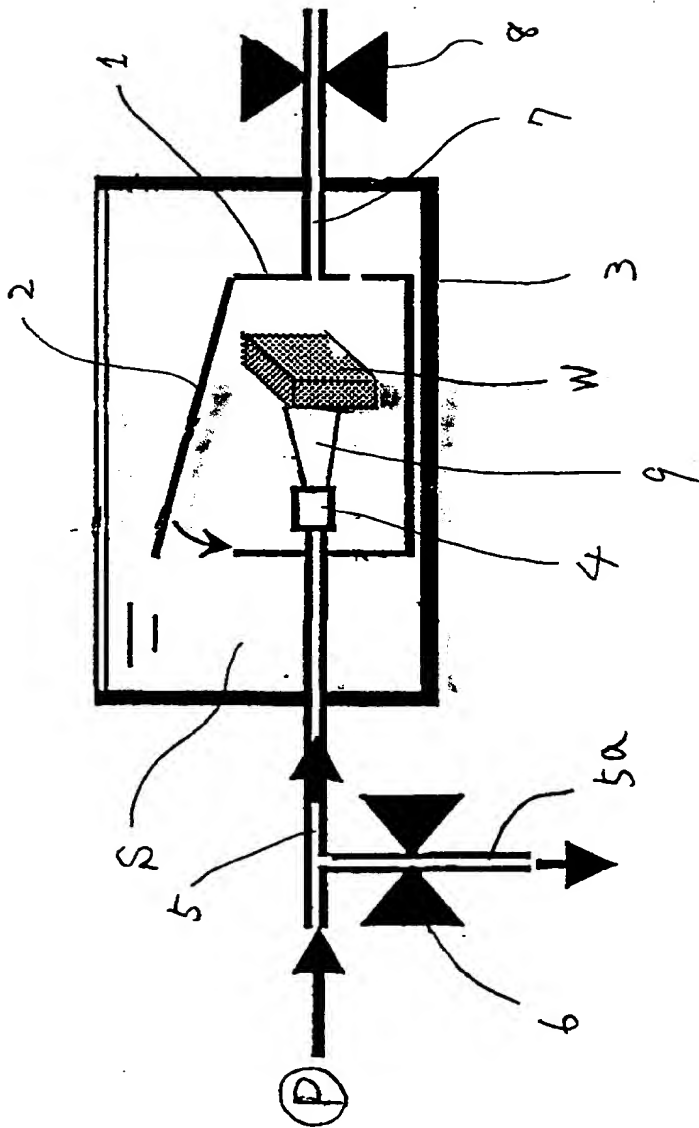
【符号の説明】

- | | |
|-----|------------|
| 1 | 第1容器 |
| 2 | 蓋 |
| 3 | 第2容器 |
| 4 | ノズル |
| 5 | 管路 |
| 5 a | 分岐管路 |
| 6 | 流量制御弁 |
| 7 | 管路 |
| 8 | 圧力制御弁 |
| 9 | キャビテーション噴流 |

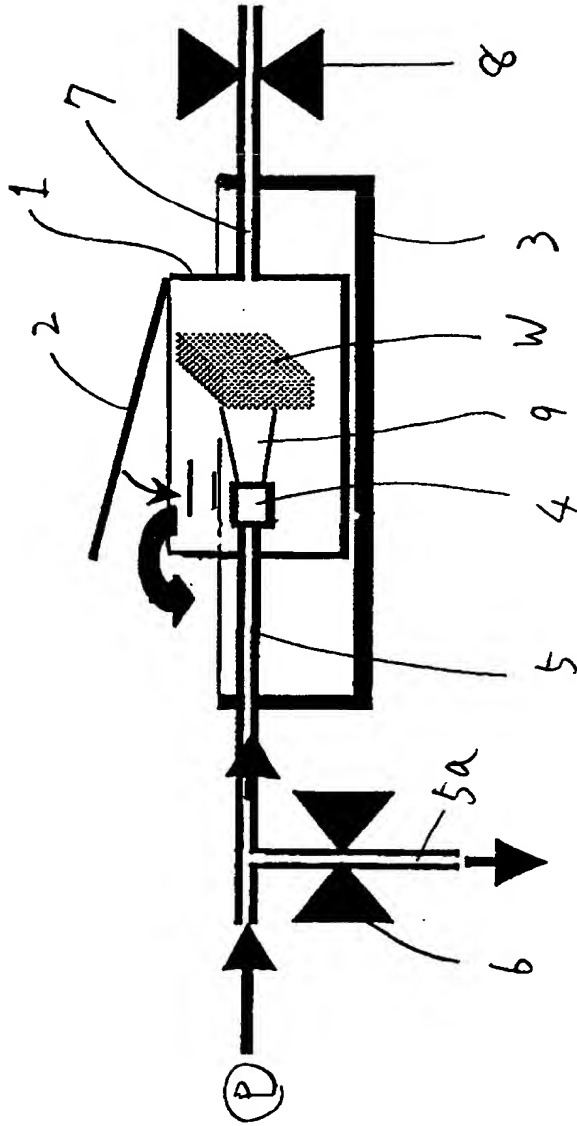
W 被加工物
P 高圧ポンプ

【書類名】 図面

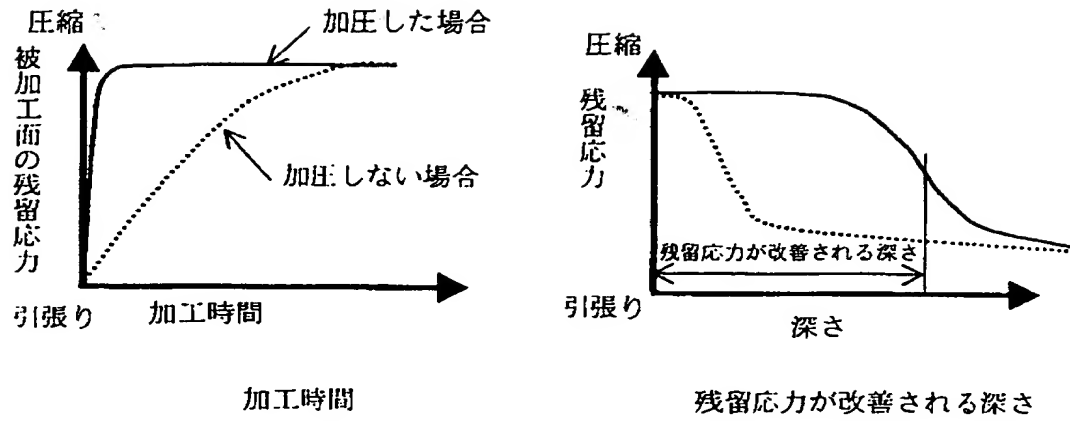
【図 1】



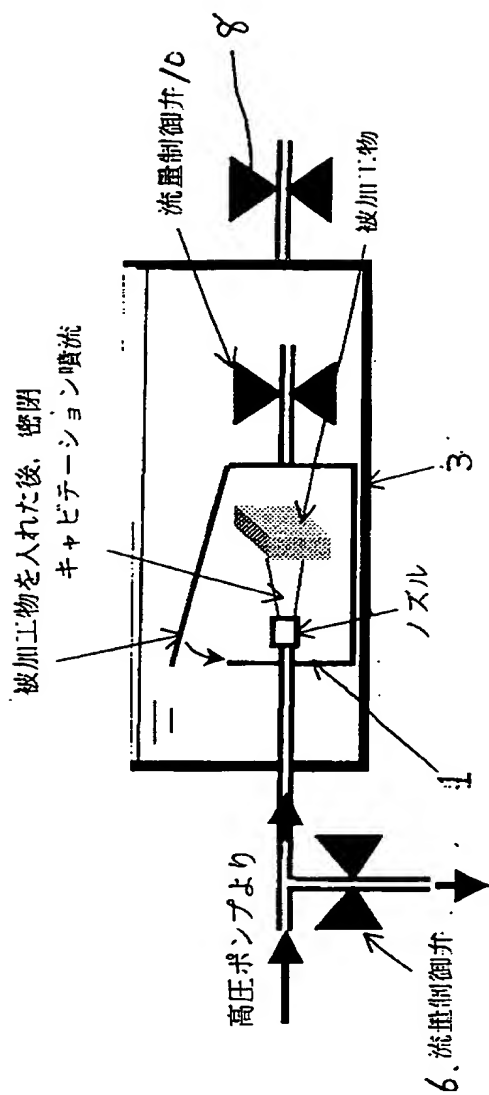
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ショットピーニングを用いて表面改質（残留応力を圧縮に改善、疲労強度改善、加工効果など）している機械加工業、および、部品洗浄を要する分野に好適な金属部品等の表面改質方法およびその装置を提供する。

【解決手段】 被加工部品Wを液体を満たした第1容器1内に設置し、前記部品の表面から離れたノズル4から第1容器1内に流入する液体と第1容器から流出する液体の流量を制御して第1容器1を加圧し、キャビテーション気泡の圧潰衝撃力を増大させ、該衝撃力により部品表面にピーニング効果を与えて加工部品の表面を強化、洗浄することを特徴とする金属部品等の表面改質および洗浄方法。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [396020800]

1. 変更年月日	1998年 2月24日
[変更理由]	名称変更
住 所	埼玉県川口市本町4丁目1番8号
氏 名	科学技術振興事業団

THIS PAGE BLANK (USPTO)